



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 29 361 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
B 60 G 17/06
B 60 G 21/10
B 60 G 23/00

⑳ Aktenzeichen: 198 29 361.5
㉔ Anmeldetag: 1. 7. 1998
㉕ Offenlegungstag: 5. 1. 2000

DE 198 29 361 A 1

⑦① Anmelder:
Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

⑦② Erfinder:
Donges, Edmund, Dr., 82256 Fürstenfeldbruck, DE

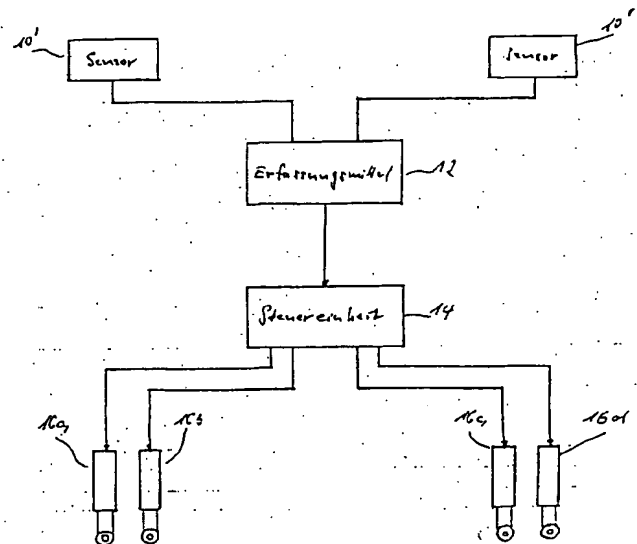
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 197 48 271 A1
DE 44 33 142 A1
DE 42 42 788 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zur Verbesserung der Kippsicherheit von Kraftfahrzeugen

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbesserung der Kippsicherheit eines Kraftfahrzeuges. Bei bekannten Systemen ist die Dämpfungskraftcharakteristik von verstellbaren Schwingungsdämpfern je nach detektierter Wankfrequenz einstellbar. Dazu sind wenigstens ein Schwingungsdämpfer (16a, 16b, 16c, 16d) pro Fahrzeugseite, deren Dämpfungskraftcharakteristik jeweils veränderbar ist, Erfassungsmittel (12) zur Ermittlung der Wankbewegung und zur Erzeugung eines entsprechenden Signals sowie eine Steuereinheit (14), welche die Dämpfungskraftcharakteristik unter Berücksichtigung des Wankfrequenzsignals einstellt, vorgesehen. Problematisch ist das Auftreten einer Wankbewegung im Eigenfrequenzbereich des Kraftfahrzeuges. Um in diesem Bereich Probleme zu vermeiden, soll die Dämpfung härter eingestellt werden. Dazu wird detektiert, ob sich die Wankbewegung oder Spektralteile davon im Bereich der Eigenfrequenz des Kraftfahrzeugs befindet. Ist dies der Fall, wird die Dämpfung härter eingestellt.



DE 198 29 361 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Verbesserung der Kippsicherheit eines Kraftfahrzeugs gemäß den Oberbegriffen der Ansprüche 1 bzw. 2.

In jüngster Zeit sind verstärkt Verfahren und Vorrichtungen zur elektronischen Dämpferkontrolle bei Kraftfahrzeugen bekannt geworden, mit denen die Fahrstabilität eines Kraftfahrzeugs verbessert werden kann. Zur Erhöhung der Fahrstabilität wird in Grenzfällen in der Regel auf eine härtere Dämpfung übergegangen, wodurch insbesondere ein Aufschaukeln des Fahrzeugs bei starken, alternierenden Lenkbewegungen vermieden werden kann.

Eine Vorrichtung der eingangs bekannten Art ist in der DE 196 15 737 A1 beschrieben, und zwar in Form eines aktiven Federungssystems, mit welchem eine gewünschte Federcharakteristik erzielt werden kann. Dabei wird u. a. die Wankbewegung mittels zwei Vertikalbeschleunigungssensoren ermittelt und entsprechend den Ergebnissen die Federcharakteristik eingestellt.

Ein ähnliches Verfahren ist aus der DE 196 54 223 A1 bekannt. Auch hierin ist die Ermittlung der Wankkomponente mittels eines Vertikalbeschleunigungssensor beschrieben und die Einstellung einer Zieldämpfungscharakteristik dargelegt.

Die vorgenannten Vorrichtungen bzw. Verfahren agieren jedoch erst dann, wenn die Wankbewegung bereits tatsächlich kritische Ausmaße angenommen hat.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, daß übermäßige Wankbewegungen bereits im Vorfeld erkannt und durch eine Erhöhung der Dämpfung ausgeschlossen werden können.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 2 dargelegten Merkmale verfahrens- bzw. vorrichtungsmäßig gelöst.

Ausgangspunkt für die Erfindung war unter anderem die Überlegung, daß beim Kipp-Phänomen eines Kraftfahrzeugs die Wankeigenfrequenz eine wesentliche Rolle spielt. Simulationsrechnungen und Fahrversuchsergebnisse haben gezeigt, daß durch eine Resonanzüberhöhung ein Kippen des Fahrzeugs hervorgerufen werden kann. Im Bild 1 ist als Beispiel die Frequenzabhängigkeit der Wankreaktion eines Fahrzeugs bei einer Anregung mit einem sich sinusförmig ändernden Lenkwinkel mit konstanter Amplitude dargestellt. Die Frequenz der Sinuswelle ändert sich über die Zeit von niedrigen zu höheren Frequenzen. In Fig. 2a erkennt man, daß der Wankwinkel in der Umgebung der Wankresonanz (hier bei ca. 2 Hz) um etwa einen Faktor 2,2 ansteigt. Demgegenüber ist in Bild 2b die Dämpfungscharakteristik der Aufbaudämpfer um einen Faktor 2 verstärkt worden. Es ist zu erkennen, daß diese Maßnahme die Resonanzüberhöhung in der Wankbewegung praktisch vollständig unterdrückt.

Da eine ständige Verstärkung der Aufbaudämpfung den Fahrkomfort des Fahrzeugs massiv verschlechtert, sollte eine entsprechende Veränderung der Dämpfungscharakteristik nur in dem benötigten Fahrbereich vorgenommen werden.

Insofern wird die Dämpfungskraftlinie der vorhandenen Schwingungsdämpfer lösungsgemäß dann härter eingestellt, wenn eine Wankfrequenz oder Spektralanteile davon im Bereich der Wankeigenfrequenz des Fahrzeugs detektiert werden. In diesem Augenblick muß die Amplitude der Wankbewegung noch nicht erhöht sein.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann eine Ermittlung einer kritischen Wankfrequenz beispielsweise durch ein Bandpaßfilter geschehen, das Sensor-

signale, z. B. die Vertikalbeschleunigung von Vorder- und Hinterachse, auswertet. Diese Beschleunigungssignale werden durch das Bandpaßfilter mit der Wankeigenfrequenz als Mittelfrequenz geschickt.

Alternativ kann auch das Lenkwinkelsignal eines Lenkwinkelsensors ausgewertet werden. Dabei sind insbesondere Frequenzen im Bereich der Wankeigenfrequenz selbst oder im Bereich von 1/3 der Wankeigenfrequenz kritisch. Die Auswertung des Lenkwinkelsignals hätte ferner den Vorteil eines zeitlichen Vorlaufs gegenüber der Wankbewegung.

Sobald der Ausgangswert des Bandpaßfilters einen Schwellwert überschreitet, der größer ist als die durch Unebenheiten von Straßen mittlerer Qualität hervorgerufenen Werte, schaltet ein Funktionsalgorithmus auf die harte Dämpferkennung um.

Ein Ausführungsbeispiel wird anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Diagramm mit veränderlicher Lenkfrequenz über die Zeit von niedrigen zu höheren Frequenzen,

Fig. 2a ein Diagramm, welches die Frequenzabhängigkeit der Wankreaktion zeigt,

Fig. 2b ein Diagramm wie Fig. 2a, jedoch mit einem um den Faktor 2 verstärkten Aufbaudämpfer,

Fig. 3a bis 3d die Überlagerung von verschiedenen Sinuswellen,

Fig. 4 ein Diagramm mit Hauptfrequenzanteilen der Lenkwinkelverläufe bei einem Kippstest und

Fig. 5 ein schematisches Schaltdiagramm einer Ausführungsform der Erfindung.

Zwar werden auch in Extremsituationen und bei Kippstests Lenkbewegungen meist nur unterhalb von etwa 1 Hz durchgeführt. Dies zeigt Bild 4, in dem die Hauptfrequenzanteile der Lenkwinkelverläufe bei einem Kippstest dargestellt sind. Diese befinden sich im Bereich von 0,3 bis 0,8 Hz. Allerdings muß darauf hingewiesen werden, daß ein Fahrzeug kein lineares Übertragungssystem ist, sondern starke Nichtlinearitäten aufweist. Insofern werden auch andere Frequenzen, insbesondere Spektralanteile höherer Ordnung, produziert.

Dieses Phänomen soll am Beispiel einer nichtlinearen Sättigungscharakteristik erläutert werden. Wie in den Fig. 3a bis 3d dargestellt ist, läßt sich eine über einer Sinus-Halbwelle verformte Sättigungscharakteristik mit einer Grundfrequenz und einer dreifachen Frequenz der Grundwelle (Bild 3d) erzeugen.

Bezogen auf das Wankverhalten des Fahrzeugs läßt sich feststellen, daß eine starke Nichtlinearität im Bereich der Fahrzeugquerdynamik durch die Sättigungscharakteristik der Seitenkraft-Schräglaufrückwinkelkurve des Reifens gegeben ist. Dadurch werden Spektralanteile dritter Ordnung produziert. Generiert der Fahrer also bei extremen Ausweichmanövern Lenkwinkelspektren im Bereich von 0,6 bis 0,8 Hz, so können durchaus Frequenzen höherer Ordnung im Bereich der Wankeigenfrequenz vorkommen, welche die Kippgefahr bei einer normalen Feder-Dämpfer-Abstimmung hervorrufen.

Um dies zu vermeiden, werden gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel (vgl. Fig. 5) Sensorsignale von Vertikalbeschleunigungssensoren 10', 10'' der Vorder- und/oder Hinterachse an ein Bandpaßfilter eines Erfassungsmittel 12 weitergeleitet, dessen Wankeigenfrequenz als Mittelfrequenz ausgelegt ist. Sobald der Ausgangswert des Bandpaßfilters einen Schwellwert überschreitet, schaltet ein in einem Steuergerät 14 enthaltener Funktionsalgorithmus die Dämpferkraftcharakteristik von verstellbaren Schwingungsdämpfern 16a, 16b, 16c, 16d auf hart bzw. eine harte Grenzkennlinie um.

Bereits vor einem tatsächlichen Aufschaukeln, nämlich,

wenn durch Annäherung an die Wank Eigenfrequenz bereits die Gefahr einer solchen Aufschaukelung besteht, wird somit durch Einstellung einer harten Dämpfung der Aufbau eines großen Wankwinkels vermieden, wodurch die Kippstabilität entscheidend sichergestellt werden kann. Die vorgenannte Lösung ist bei vielen heute im Einsatz befindlichen Fahrzeugen besonders kostengünstig und effizient zu realisieren, da sowohl eine elektronische Dämpfersteuerung als auch die entsprechenden Sensoren bereits vorgesehen sind. Zu implementieren ist somit lediglich ein Bandpaßfilter und ein entsprechender Funktionsalgorithmus, der mit einem EDV-Modul realisiert werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung der Kippsicherheit eines Kraftfahrzeuges bei dem die Dämpfungskraftcharakteristik von verstellbaren Schwingungsdämpfern (16a, 16b, 16c, 16d) je nach detektierter Wankfrequenz eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß detektiert wird, ob sich die Wankfrequenz oder Spektralteile davon im Bereich der Eigenfrequenz des Kraftfahrzeugs befinden und daß in diesem Fall die Dämpfung härter eingestellt wird.
2. Vorrichtung zur Verbesserung der Kippsicherheit eines Kraftfahrzeuges umfassend
 - wenigstens zwei Schwingungsdämpfer (16a, 16b, 16c, 16d), deren Dämpfungskraftcharakteristik jeweils veränderbar ist,
 - Erfassungsmittel (12) zur Ermittlung der Wankfrequenz und zur Erzeugung eines entsprechenden Signals sowie
 - eine Steuereinheit (14), welche die Dämpfungskraftcharakteristik unter Berücksichtigung des Wankfrequenzsignals einstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß mittels einer Bestimmungseinheit feststellbar ist, ob die Wankfrequenz oder Spektralteile davon im Bereich der Eigenfrequenz des Kraftfahrzeuges liegen und die Steuereinheit (14) so ausgebildet ist, daß in diesem Fall die Dämpfung härter einstellbar ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wankfrequenz mittels Vertikalbeschleunigungssensoren (10', 10'') an einer Vorder- und/oder Hinterachse bestimmt wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Lenkwinkelsensor vorgesehen ist und die Wankfrequenz durch Auswertung des Lenkwinkelsignals bestimmt wird.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmungseinheit ein Bandpaßfilter umfaßt, welches die Anregungen im Wankresonanzbereich ermittelt.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpferkraftcharakteristik umschaltbar ist, wenn der Ausgangswert des Bandpaßfilters einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

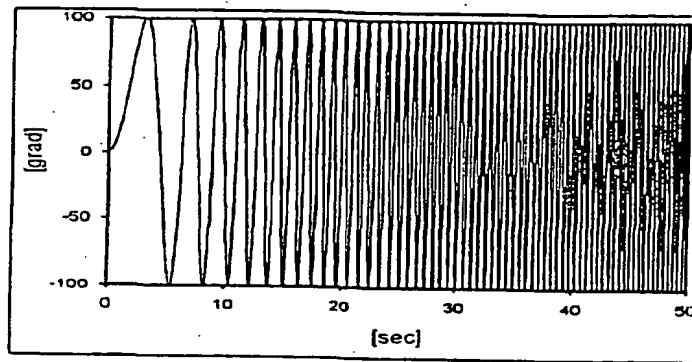


Fig. 1



Wankwinkel

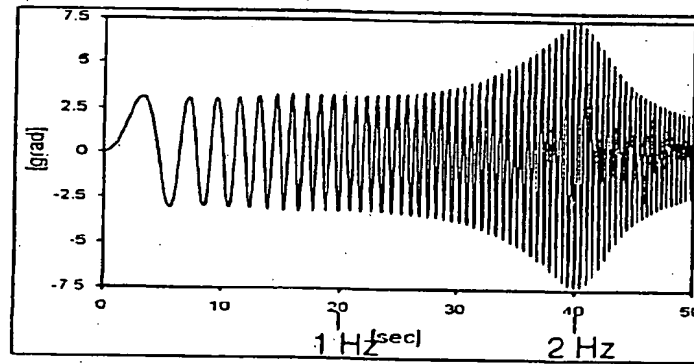


Fig. 2a

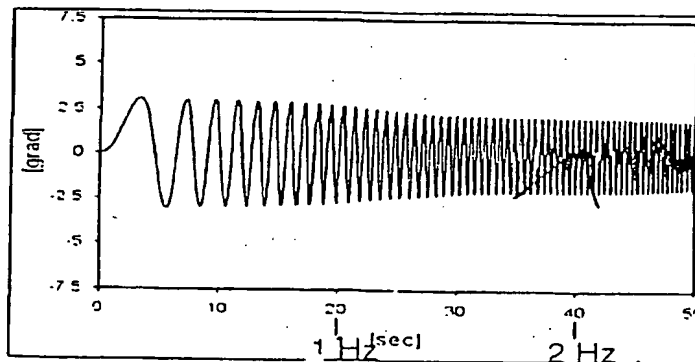


Fig. 2b

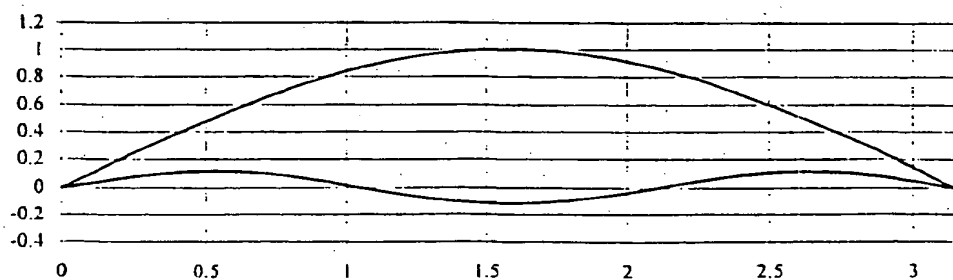
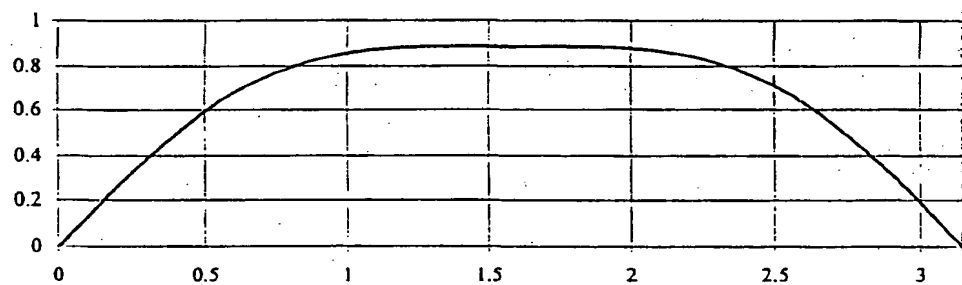
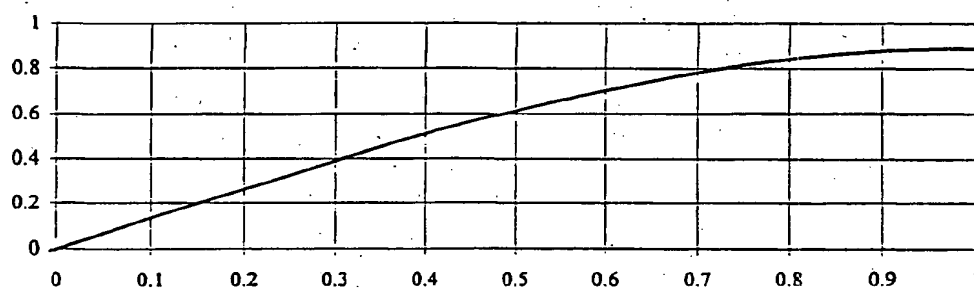
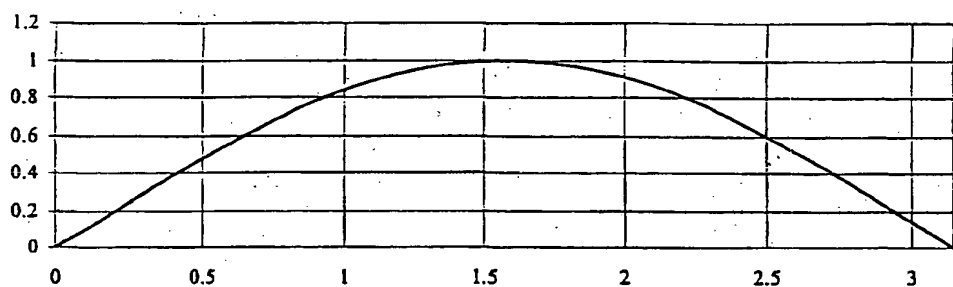
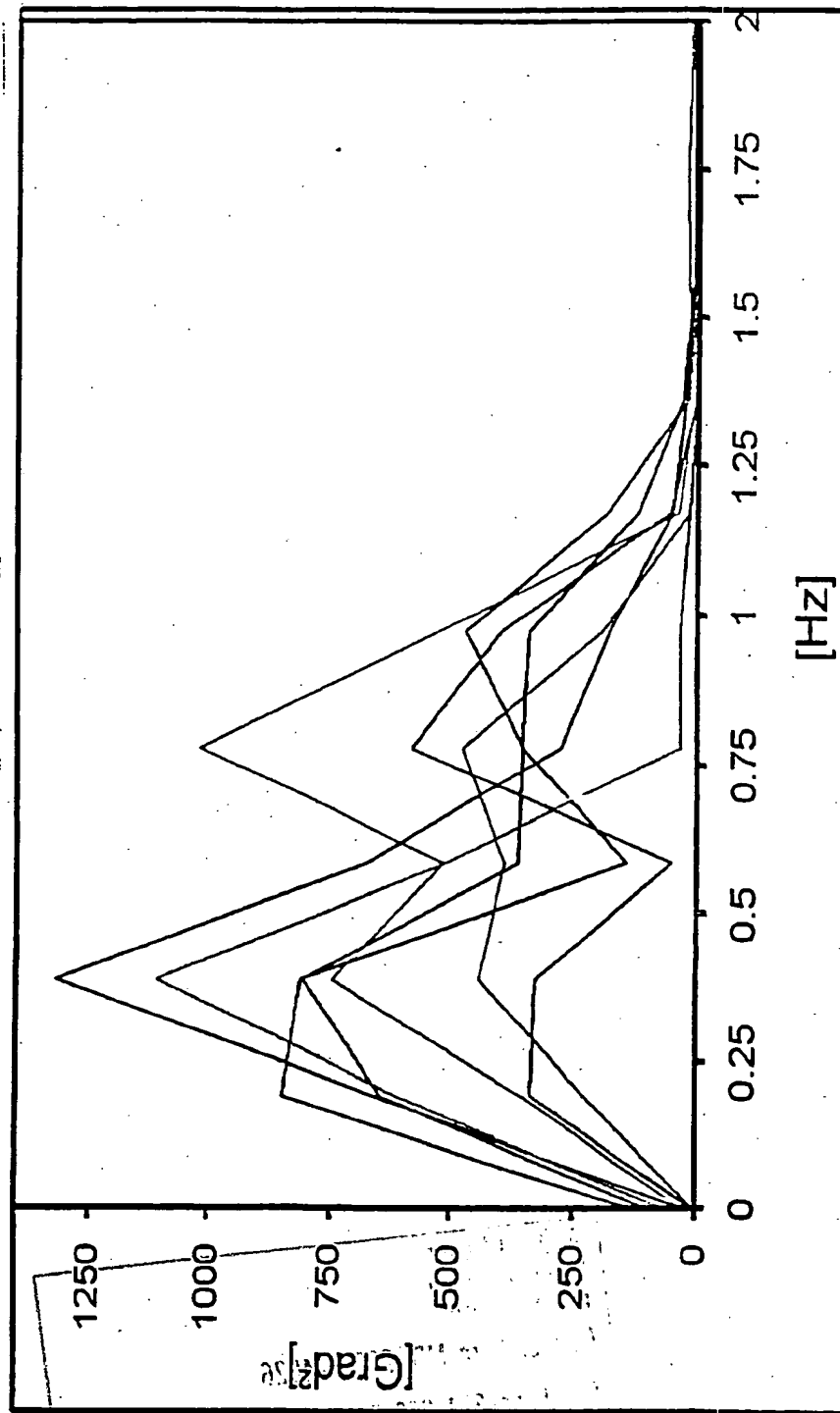


Fig. 4



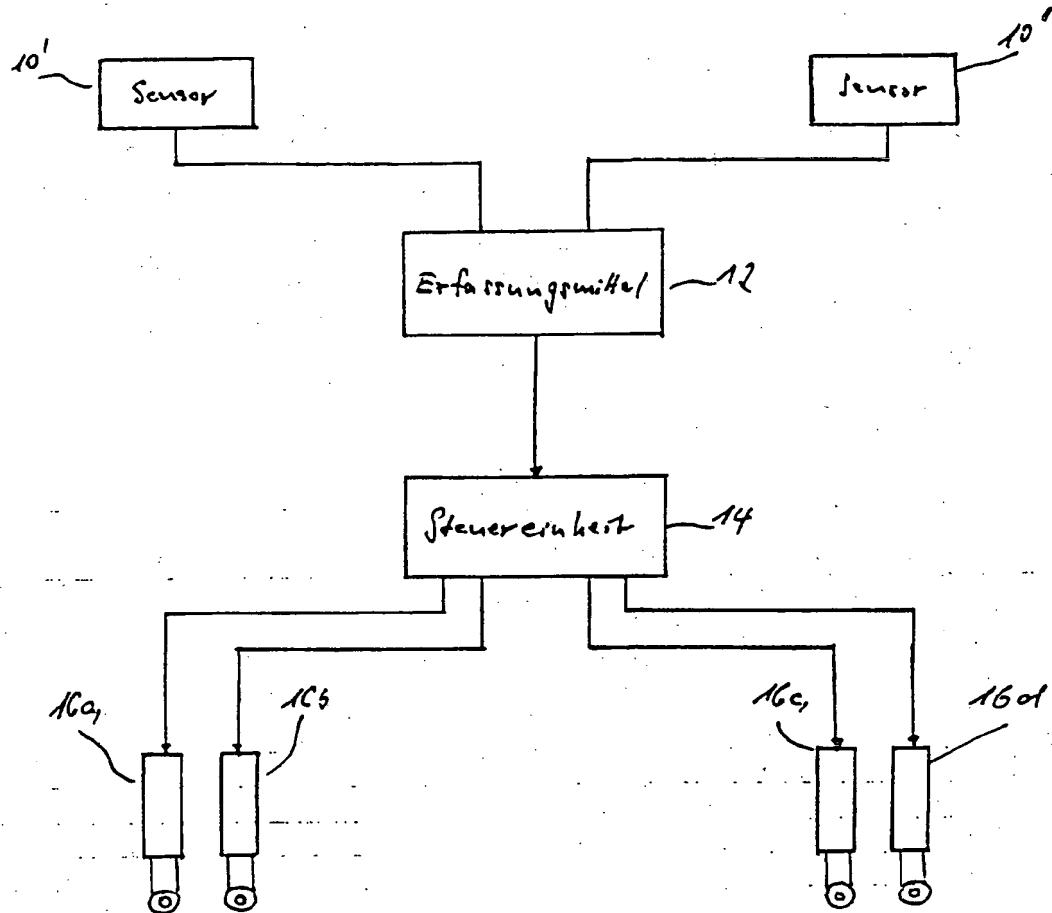


Fig. 5

Walter Ottesen
Patent Attorney
P.O. Box 4026
Gaithersburg, MD 20885-4026
Telephone: 301-869-8950
Telefax: 301-869-8929
Attorney Docket No. 203-034
Application Serial No. _____